



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-008315

[ST.10/C]:

[JP2001-008315]

出 願 人

Applicant(s):

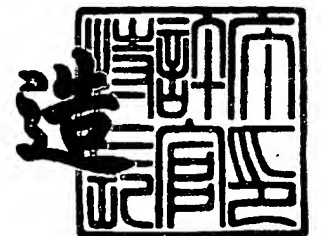
ティーディーケイ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 2月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3009369

#5

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Makoto YOSHIDA et al.

Group Art Unit: 2651

Application No.: 10/026,877

Filed: December 27, 2001

Docket No.: 111580

For: THIN FILM MAGNETIC HEAD, MAGNETIC HEAD DEVICE AND MAGNETIC DISK
DRIVING DEVICE



CLAIM FOR PRIORITY

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-008315 filed January 16, 2001

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

 X is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini
Registration No. 30,411

JAO:TJP/mlb
Date: March 13, 2002

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p style="text-align: center;">DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION</p> <p style="text-align: center;">Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>
--

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02400

【提出日】 平成13年 1月16日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39
G11B 5/31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 吉田 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 大池 太郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 山中 昇

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081606

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 美次郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014513

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 スライダと、少なくとも1つの誘導型電磁変換素子と、伝熱膜とを含む薄膜磁気ヘッドであって、

前記誘導型電磁変換素子は、第1の磁性膜と、第2の磁性膜と、ギャップ膜と、コイル膜と、絶縁膜とを含み、前記スライダによって支持されており、

前記第1の磁性膜及び前記第2の磁性膜は、前記スライダの空気ベアリング面側の端部が前記ギャップ膜を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成しており、

前記第1の磁性膜は、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延びており、

前記第2の磁性膜は、第1の磁性膜との間に間隔を保って、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延び、後方結合部において、前記第1の磁性膜に結合されており、

前記コイル膜は、前記絶縁膜の内部に埋設され、前記後方結合部の周りを渦巻き状に回っており、

前記伝熱膜は、金属膜でなり、前記コイル膜から前記スライダへ至る熱伝導路内に含まれる
薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記伝熱膜は、前記コイル膜に連続し、前記コイル膜のターン外側に膨出する薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 請求項2に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記伝熱膜は、前記コイル膜と同体である
薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第1の磁性膜は、前記第2の磁性膜よりは、前記スライダの側に備えられており、

前記伝熱膜は、前記第 1 の磁性膜と前記スライダとの間に備えられている
薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 4 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記伝熱膜
は、前記第 1 の磁性膜の前記スライダと対向する面に面接触している
薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記伝熱膜は、第 1 の伝熱膜と、第 2 の伝熱膜とを含んでおり、
前記第 1 の伝熱膜は、前記コイル膜に連続し、前記コイル膜のターン外側に膨
出しており、
前記第 2 の伝熱膜は、前記第 1 の磁性膜と前記スライダとの間に備えられてい
る
薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 請求項 6 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記第 1 の
伝熱膜は、前記コイル膜と同体である
薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 請求項 6 または 7 の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであ
って、
前記第 1 の磁性膜は、前記第 2 の磁性膜よりは、前記スライダの側に備えられ
ており、
前記第 2 の伝熱膜は、前記第 1 の磁性膜と前記スライダとの間に備えられてい
る
薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 請求項 8 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記第 2 の
伝熱膜は、前記第 1 の磁性膜の前記スライダと対向する面に面接触している薄膜
磁気ヘッド。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであ
って、更に、少なくとも 1 つの磁気抵抗効果素子を含み、前記磁気抵抗効果素子
は読み取り素子として用いられる薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】 請求項 10 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁

気抵抗効果素子は、スピバルブ膜構造を有する薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果素子は、強磁性トンネル接合効果素子である薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 3】 請求項 1 0 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果素子は、ペロブスカイト型磁性体を含む巨大磁気抵抗効果素子である薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 4】 請求項 1 0 乃至 1 3 の何れに記載された薄膜磁気ヘッドであって、更に第 1 のシールド膜と、第 2 のシールド膜とを含み、

前記磁気抵抗効果素子は、前記第 1 のシールド膜及び第 1 のシールド膜との間に備えられており、

前記第 1 のシールド膜は、前記第 2 のシールド膜よりは前記スライダの側に備えられており、

前記第 2 のシールド膜は、前記第 1 の磁性膜よりは前記スライダの側に備えられている

薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 5】 薄膜磁気ヘッドと、ヘッド支持装置とを含む磁気ヘッド装置であって、

前記薄膜磁気ヘッドは、請求項 1 乃至 1 4 の何れかに記載されたものでなり、

前記ヘッド支持装置は、前記薄膜磁気ヘッドを支持する磁気ヘッド装置。

【請求項 1 6】 磁気ヘッド装置と、磁気ディスクとを含む磁気ディスク装置であって、

前記磁気ヘッド装置は、請求項 1 5 に記載されたものでなり、

前記磁気ディスクは、前記磁気ヘッド装置との間で、磁気記録、及び、再生を行う

磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気ディスク装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

浮上型薄膜磁気ヘッドは、通常、スライダの空気流出端側に、誘導型電磁変換素子でなる書き込み素子と、磁気抵抗効果素子でなる読み取り素子とを備える。誘導型電磁変換素子は、保護膜によって覆われている。保護膜は、アルミナ等の無機系絶縁材料でなり、空気流出端側において最外側膜を構成する。

【 0 0 0 3 】

誘導型電磁変換素子は、第 1 及び第 2 の磁性膜、ギャップ膜、コイル膜、及び絶縁膜等を含む。第 1 の磁性膜及び第 2 の磁性膜は、スライダの空気ベアリング面（以下 A B S と称する）側の端部がギャップ膜を間に挟んで対向し、それによって書き込みポール端を構成する。

【 0 0 0 4 】

また、第 2 の磁性膜は、ギャップ膜の面と平行な面に対して、ある角度で傾斜して立ち上がり、更に、第 1 の磁性膜との間に間隔を保って、A B S の後方に延び、後方結合部において第 2 の磁性膜に結合される。

【 0 0 0 5 】

コイル膜は第 1 及び第 2 の磁性膜の間の間隔（インナーギャップ）を通り、後方結合部の周りを渦巻き状に回っている。コイル膜の両端は、端子導体（パンプ）を介して外部に引き出される。絶縁膜は第 1 の磁性膜と第 2 の磁性膜との間のインナーギャップを埋めている。コイル膜はこの絶縁膜の内部に埋設されている。また、第 2 の磁性膜は絶縁膜の表面に形成されている。

【 0 0 0 6 】

上述した薄膜磁気ヘッドを用いて、磁気ディスクに対し情報を書き込むには、誘導型電磁変換素子のコイル膜に書き込み電流を供給する。

【 0 0 0 7 】

ところが、誘導型電磁変換素子のコイル膜に書き込み電流を供給した場合、コイル膜が発熱する。前述したように、コイル膜は、有機系絶縁材料でなる絶縁膜の内部に埋設されており、しかも有機系絶縁膜を含めた全体が、アルミナ等の保

護膜によって覆われているから、コイル膜に発生した熱（ジュール熱）の放熱性が悪い。このため、コイル膜に発生した熱が内部に籠り、絶縁膜が熱膨張する。

【0008】

絶縁膜の熱膨張力により、保護膜が押し出されて、外部に膨出する。保護膜の膨出はABSにもおよび、ABSが誘導型電磁変換素子の部分で膨出してしまう。また、上述した発熱により、絶縁膜に隣接する第1及び第2の磁性膜も熱膨張し、押えの弱いABS側のポール端が膨出する。これらの膨出量は10nmにも達することがある。

【0009】

この種の薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置では、高密度記録の要求に応えるため、磁気ディスクの面と、薄膜磁気ヘッドのABSとの間に発生する浮上量が、40nm、30nm、20nm、10nmのように狭小化されつつあり、ABSに前述したような膨出が生じると、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を招き易くなり、磁気ディスク装置の信頼性上、極めて大きな問題となる。

【0010】

上述した問題点を解決する手段として、特開平4-366408号公報は無機絶縁保護膜の媒体対向面に、予め、窪みを設けておく技術を開示している。この窪みは、絶縁膜の熱膨張に起因する出っ張り量を考慮して、保護膜の媒体対向面側を出っ張らしておき、この状態で媒体対向面を平坦加工することによって形成する。

【0011】

この先行技術は、熱膨張による膨出を抑えるのではなく、膨出を許容し、ただ、膨出によってABSが出っ張らないように、出っ張り部分を予め後退させておくという思想に立脚しているので、熱膨張による膨出の完全な解決手段とはならない。

【0012】

しかも、記録動作時の発熱に起因する出っ張り量を想定して出っ張らせ、その状態で平坦化するという複雑なプロセスを採用する必要がある。また、スライダ

の形状、特にABSの幾何学的形状が特定されてしまい、浮上特性改善のための他の幾何学的形状を付加することが困難になる。更に、先行技術には、ポール端の膨出を抑制する手段は開示されていない。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、記録時の熱膨張によるABS側の膨出を抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避し得る薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するため、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、スライダと、少なくとも1つの誘導型電磁変換素子と、伝熱膜とを含む。

【 0 0 1 5 】

前記誘導型電磁変換素子は、第1の磁性膜と、第2の磁性膜と、ギャップ膜と、コイル膜と、絶縁膜とを含み、前記スライダによって支持されている。前記第1の磁性膜及び前記第2の磁性膜は、前記スライダの空気ベアリング面側の端部が前記ギャップ膜を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成する。

【 0 0 1 6 】

前記第1の磁性膜は、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延びている。前記第2の磁性膜は、第1の磁性膜との間に間隔を保って、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延び、後方結合部において、前記第1の磁性膜に結合されている。前記コイル膜は、前記絶縁膜の内部に埋設され、前記後方結合部の周りを渦巻き状に回っている。

【 0 0 1 7 】

前記伝熱膜は、金属膜でなり、前記コイル膜から前記スライダへ至る熱伝導路内に含まれる。

【 0 0 1 8 】

上述したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、誘導型電磁変換素子に含まれる第1の磁性膜及び第2の磁性膜は、スライダのABS側の端部がギャ

ップ膜を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成しており、第2の磁性膜は、ABSの後方に延び、後方結合部において第2の磁性膜に結合されているから、ABSに書き込みポール端を有する薄膜磁気回路が構成される。

【0019】

また、第2の磁性膜は、第1の磁性膜との間に間隔を保って、ABSの後方に延び、コイル膜は第1の磁性膜及び第2の磁性膜の間の間隔を通り、後方結合部の周りを渦巻き状に回る。従って、コイル膜に書き込み電流を流したとき、第1の磁性膜、第2の磁性膜及びギャップ膜を巡る薄膜磁気回路を通して書き込み磁束が流れ、ポール端に書き込み磁界が発生する。この書き込み磁界を利用して、磁気ディスクに磁気記録をすることができる。

【0020】

コイル膜は絶縁膜の内部に埋設され、第2の磁性膜は絶縁膜の表面に備えられているから、コイル膜が第1の磁性膜及び第2の磁性膜から電氣的に絶縁される。これは、コイル膜に基本的に要求される電氣的処理構造である。

【0021】

ところが、絶縁膜は、一般に有機系絶縁材料でなり、この有機系絶縁材料でなる絶縁膜の内部にコイル膜が埋設されている。しかも有機系絶縁膜を含めた全体が、アルミナ等の保護膜によって覆われている。このため、従来は、コイル膜に発生した熱（ジュール熱）の放熱性が悪く、コイル膜に発生した熱が内部に籠り、絶縁膜が熱膨張し、絶縁膜に隣接する第1及び第2の磁性膜も熱膨張し、押えの弱いABS側のポール端が膨出し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を招き易くなり、磁気ディスク装置の信頼性上、極めて大きな問題となっていた。

【0022】

この問題を解決する手段として、本発明に係る薄膜磁気ヘッドでは、伝熱膜を備える。前記伝熱膜は、金属膜でなり、前記コイル膜から前記スライダへ至る熱伝導路内に含まれる。

【0023】

薄膜磁気ヘッドは、上述したように、スライダの上に誘導型電磁変換素子を備

え、この誘導型電磁変換素子を、アルミナ等の保護膜によって覆った構造を有する。従って、書き込み電流によってコイル膜に発生した熱は、コイル膜から保護膜及びスライダの方向に伝わり、外部に放熱される。

【0024】

ところが、保護膜は、例えば、厚いところでも30 μ m程度の膜厚であり、その体積が極めて小さく、熱容量も小さい。このため、コイル膜に発生した熱により、簡単に熱的に飽和してしまい、放熱性が悪くなる。

【0025】

これに対して、スライダは、保護膜に比較して、著しく大きな体積を有しており、熱容量も、保護膜のそれよりも著しく大きいから、コイル膜とスライダとの間には、放熱特性に関して、大きな（急な）温度勾配を生じる。

【0026】

本発明では、この点に着目し、コイル膜からスライダへ至る熱伝導路内に、伝熱膜を含ませる。これにより、コイル膜とスライダとの間に生じる大きな（急な）温度勾配を利用して、書き込み電流によってコイル膜に生じた熱を、スライダに効率よく伝達し、放熱を促進することができる。

【0027】

伝熱膜は金属膜で構成する。金属膜でなる伝熱膜は、誘導型電磁電磁変換素子の周りに通常存在する有機系または無機系絶縁膜構造との構造的差別を明確にする外、それ自体の有する高い熱伝導性により、コイル膜に発生した熱を、効率よく、スライダの方向に伝達する。

【0028】

上述のように、本発明によれば、書き込み電流によってコイル膜に発生する熱を、伝熱膜を介して、スライダに効率よく伝達し、スライダから外部に放熱できるので、コイル膜の周りに存在する各部、例えば、絶縁膜、第1の磁性膜及び第2の磁性膜の熱膨張を抑制し、浮上量が狭小化された場合でも、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避することができる。

【0029】

伝熱膜は、その具体的態様の一例として、コイル膜に連続し、コイル膜のターン外側に膨出する構成とすることができる。この場合には、コイル膜に発生した熱が、ほぼ同一面において伝熱膜に直接に伝達される。コイル膜は、要求特性を満たすために、その線幅、ピッチ間隔、ターン数等が厳しく制限されるが、伝熱膜にはそのような制限はない。物理的に許容される範囲で、面積を拡大し、大きな熱容量を持たせることができる。このため、コイル膜に発生した熱を、伝熱膜によって効率よく吸収し、更に、スライダとの間の温度勾配を利用して、伝熱膜からスライダに効率よく熱伝達することができる。

【 0 0 3 0 】

伝熱膜は、別の具体的態様として、誘導型電磁変換素子において、スライダの側に位置する第1の磁性膜と、スライダとの間に備えられていてもよい。この場合には、コイル膜からスライダに至る温度勾配の急な熱伝導路に、熱伝導率の高い伝熱膜が介在することになるので、コイル膜に発生した熱がスライダに効率よく伝達される。

【 0 0 3 1 】

もう一つの具体的態様は、上述した2つの態様を組み合わせることである。即ち、伝熱膜は、第1の伝熱膜と、第2の伝熱膜とを含む。前記第1の伝熱膜は、前記コイル膜に連続し、前記コイル膜のターン外側に膨出し、前記第2の伝熱膜は、前記第1の磁性膜と前記スライダとの間に備えられる。この態様によれば、コイル膜に発生した熱の放熱が更に促進されるから、コイル膜の周りに存在する各部の熱膨張を、更に効果的に抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を、より一層確実に回避することができる。

【 0 0 3 2 】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、少なくとも1つの磁気抵抗効果素子を含む。この磁気抵抗効果素子は読み取り素子として用いられる。磁気抵抗効果素子は、スピバルブ膜構造、強磁性トンネル接合効果素子、または、ペロブスカイト型磁性体を含む巨大磁気抵抗効果素子の何れであってもよい。

【 0 0 3 3 】

本発明は、更に、上述した薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ヘッド装置及び磁気デ

ディスク装置についても開示する。

【 0 0 3 4 】

本発明の他の目的、構成及び利点については、添付図面を参照して、更に詳しく説明する。図面は、単なる実施例を示すに過ぎない。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図、図 2 は図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの拡大断面図、図 3 は図 1 及び図 2 に示された薄膜磁気ヘッドから電磁変換素子の部分を抽出して示す平面図、図 4 は図 3 に示された磁気変換素子部分の構造から誘導型電磁変換素子 3 3 を除き導電部分だけを模式的に抽出して示す平面図である。これらの図において、寸法は誇張されている。

【 0 0 3 6 】

図示された薄膜磁気ヘッドは、スライダ 7 3 と、誘導型電磁変換素子 3 3 と、磁気抵抗効果を利用した素子 9（以下 MR 素子と称する）とを含む。スライダ 7 3 は、媒体対向面側にレール 7 9、8 0 を有し、レールの表面が A B S 7 5、7 6 として利用される。レール 7 9、8 0 は 2 本に限らない。1～3 本のレールを有することがあり、レールを持たない平面となることもある。また、浮上特性改善等のために、媒体対向面に種々の幾何学的形状が付されることもある。何れのタイプのスライダ 7 3 であっても、本発明の適用が可能である。また、スライダ 7 3 は、レールの表面に、例えば 8～10 nm 程度の膜厚を有する DLC 等の保護膜を備えることもあり、このような場合は保護膜の表面が A B S 7 5、7 6 となる。スライダ 7 3 は Al_2O_3 -TiC 等となる基体 7 0 0 の表面に Al_2O_3 、 SiO_2 等の無機絶縁膜 7 1 0 を設けたセラミック構造体である。

【 0 0 3 7 】

誘導型電磁変換素子 3 3 は書き込み素子であり、MR 素子 9 は読み取り素子である。誘導型電磁変換素子 3 3 及び MR 素子 9 は、レール 7 9、8 0 の一方または両者の空気流出端（トレーリング、エッジ）TR の側に備えられている。誘導型電磁変換素子 3 3 及び MR 素子 9 は、スライダ 7 3 に備えられ、電磁変換のための端部が A B S 7 5、7 6 と近接した位置にある。空気流出端 TR の側にある

側面には、誘導型電磁変換素子 3 3 に接続された取り出し電極 4 3、4 5 及び M R 素子 9 に接続された取り出し電極 2 5、2 7 がそれぞれ設けられている。

【 0 0 3 8 】

誘導型電磁変換素子 3 3 は、第 1 の磁性膜 5、第 2 の磁性膜 3 5、コイル膜 3 7、アルミナ等でなるギャップ膜 3 9、絶縁膜 4 1 及び保護膜 2 1 などを有している。

【 0 0 3 9 】

第 1 の磁性膜 5 及び第 2 の磁性膜 3 5 の先端部は微小厚みのギャップ膜 3 9 を隔てて対向するポール端となっており、ポール端において書き込みを行なう。第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 は、単膜であってもよいし、複数膜構造であってもよい。第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 の複数膜化は、例えば、特性改善を目的として行われることがある。ポール端の構造に関しても、トラック幅の狭小化、記録能力の向上等の観点から、種々の改良、及び、提案がなされている。本発明においては、これまで提案された何れのポール構造も採用できる。ギャップ膜 3 9 は非磁性金属膜またはアルミナ等の無機絶縁膜によって構成される。

【 0 0 4 0 】

第 2 の磁性膜 3 5 は、ポール端の側において、ギャップ膜 3 9 の面と平行な面に対して、ある角度で傾斜して立ち上がる。立ち上がり傾斜角度は、エイペックス角 (Apex angle) と称される。また、ポール端の先端面から立ち上がり開始点までの距離がスロートハイトと称されている。エイペックス角及びスロートハイトは電磁変換特性に密接に関連する。

【 0 0 4 1 】

第 2 の磁性膜 3 5 は、更に、第 1 の磁性膜 5 との間にインナーギャップを保って、A B S 7 5、7 6 の後方に延び、後方結合部 4 2 において第 2 の磁性膜 3 5 に結合されている。これにより、第 1 の磁性膜 5、第 2 の磁性膜 3 5 及びギャップ膜 3 9 を巡る薄膜磁気回路が完結する。

【 0 0 4 2 】

コイル膜 3 7 は、第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 の間に挟まれ、後方結合部 4 2 の周りを渦巻き状に回る。コイル膜 3 7 の両端は、取り出し電極 4 3、4 5 に

導通されている（図1参照）。コイル膜37の巻数および膜数は任意である。

【0043】

絶縁膜41は、有機絶縁樹脂膜またはセラミック膜で構成する。セラミック膜の代表例は、 Al_2O_3 膜または SiO_2 膜である。絶縁膜41の内部にはコイル膜37が埋設されている。絶縁膜41は第1及び第2の磁性膜5、35の間のインナーギャップの内部に充填されている。絶縁膜41の表面には第2の磁性膜35が備えられている。

【0044】

保護膜21は、誘導型電磁変換素子33の全体を覆っている。保護膜21は Al_2O_3 または SiO_2 等の無機絶縁材料で構成されている。

【0045】

MR素子9は、これまで、種々の膜構造のものが提案され、実用に供されている。例えばパーマロイ等による異方性磁気抵抗効果素子を用いたもの、スピンバルブ膜構造もしくはペロブスカイト型磁性体等の巨大磁気抵抗（GMR）効果膜を用いたもの、強磁性トンネル接合効果素子等がある。本発明において、何れのタイプであってもよい。MR素子9は、第1のシールド膜31と、第2のシールド膜32との間において、絶縁膜71の内部に配置されている。絶縁膜71はアルミナ等によって構成されている。MR素子9は取り出し電極25、27に接続されている（図1参照）。第2のシールド膜32は第1の磁性膜5として兼用することもできる。

【0046】

図4はMR素子の部分のみを抽出して拡大した平面図である。図において、MR素子は、第1のシールド膜31と、絶縁膜71と、第1のリード導体膜11と、第2のリード導体膜13と、絶縁膜71と、第2のシールド膜32とを含む。第1のシールド膜31は、スライダ73の上に備えられている。第1のシールド膜31の材質、厚み等は周知である。第1シールド膜31は、例えばパーマロイ等によって構成される。絶縁膜71は第1のシールド膜31の上に備えられている。絶縁膜71は例えばアルミナ等によって構成される。

【0047】

第 1 及び第 2 のリード導体膜 1 1、1 3 は、絶縁膜 7 1 の内部に設けられ、MR 素子 9 の両端部に接続されている。第 1 及び第 2 のリード導体膜 1 1、1 3 は、磁気抵抗効果素子 9 として、磁気異方性抵抗効果膜を用いるか、スピバルブ膜構造を用いるか、ペロブスカイト型磁性体による巨大磁気抵抗効果素子を用いるか、または、強磁性トンネル接合効果素子を用いるか等によって、それに応じた膜構造、材質等を選択することができる。第 1 のリード導体膜 1 1 は、空気ベアリング面 7 5、7 6 を基準にして後方に引き出され、リード導体 1 1 0、1 1 1 を経由して端子導体 2 7 に接続されている。第 2 のリード導体膜 1 3 も、空気ベアリング面 7 5、7 6 を基準にして後方に引き出され、リード導体 1 3 0、1 3 1 を経由して端子導体 2 5 に接続されている。

【 0 0 4 8 】

第 2 のシールド膜 3 2 は、絶縁膜 7 1 の上に備えられている。第 2 のシールド膜 3 2 は、一般には、第 1 のシールド膜 3 1 と同様の材質、及び、膜厚を有する。

【 0 0 4 9 】

上述したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、誘導型電磁変換素子 3 3 に含まれる第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 は、スライダ 7 3 の A B S 7 5、7 6 の側の端部がギャップ膜 3 9 を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成しており、第 2 の磁性膜 3 5 は、A B S 7 5、7 6 の後方に延び、後方結合部 4 2 において第 2 の磁性膜 3 5 に結合されているから、A B S 7 5、7 6 に書き込みのためのポール端を有する薄膜磁気回路が構成される。

【 0 0 5 0 】

また、第 2 の磁性膜 3 5 は、第 1 の磁性膜 5 との間にインナーギャップを保って、A B S 7 5、7 6 の後方に延び、コイル膜 3 7 は第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 の間のインナーギャップを通り、後方結合部 4 2 の周りを渦巻き状に回る。従って、コイル膜 3 7 に書き込み電流を流したとき、第 1 の磁性膜 5、第 2 の磁性膜 3 5 及びギャップ膜 3 9 を巡る薄膜磁気回路を通して書き込み磁束が流れ、ポール端に書き込み磁界が発生する。この書き込み磁界を利用して、磁気ディスクに磁気記録をすることができる。

【 0 0 5 1 】

第 2 の磁性膜 3 5 は、ポール端の側において、ギャップ膜 3 9 の面と平行な面に対して、エイベックス角をもって立ち上がるから、立ち上がり開始点によって定まるスロートハイト、及び、エイベックス角の選定によって、電磁変換特性を設定し得る。

【 0 0 5 2 】

コイル膜 3 7 は絶縁膜 4 1 の内部に埋設され、第 2 の磁性膜 3 5 は絶縁膜 4 1 の表面に備えられているから、コイル膜 3 7 は、第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 から電氣的に絶縁される。保護膜 2 1 は誘導型電磁変換素子 3 3 の全体を覆っている。これにより、誘導型電磁変換素子 3 3 の全体が、保護膜 2 1 によって保護されることになる。

【 0 0 5 3 】

ところで、絶縁膜 4 1 は、一般に有機系絶縁材料でなり、この有機系絶縁材料でなる絶縁膜 4 1 の内部にコイル膜 3 7 が埋設されている。しかも有機系絶縁膜を含めた全体が、アルミナ等の保護膜 2 1 によって覆われている。このため、従来は、コイル膜 3 7 に発生した熱（ジュール熱）の放熱性が悪く、コイル膜 3 7 に発生した熱が内部に籠り、絶縁膜 4 1 が熱膨張し、絶縁膜 4 1 に隣接する第 1 及び第 2 の磁性膜 5、3 5 も熱膨張し、押えの弱い A B S 7 5、7 6 側のポール端が膨出し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を招き易くなり、磁気ディスク装置の信頼性上、極めて大きな問題となっていた。

【 0 0 5 4 】

この問題を解決する手段として、本発明に係る薄膜磁気ヘッドでは、伝熱膜 3 8 1 を備える。伝熱膜 3 8 1 は、金属膜でなり、コイル膜 3 7 からスライダ 7 3 へ至る熱伝導路内に含まれる。

【 0 0 5 5 】

薄膜磁気ヘッドは、上述したように、スライダ 7 3 の上に誘導型電磁変換素子 3 3 を備え、この誘導型電磁変換素子 3 3 を、アルミナ等の保護膜 2 1 によって覆った構造を有する。従って、書き込み電流によってコイル膜 3 7 に発生した熱

は、コイル膜 3 7 から保護膜 2 1 及びスライダ 7 3 の方向に伝わり、外部に放熱される。ところが、保護膜 2 1 は、例えば、厚いところでも 3 0 μ m 程度の膜厚であり、その体積が極めて小さく、熱容量も小さい。このため、コイル膜 3 7 に発生した熱により、簡単に熱的に飽和してしまい、放熱性が悪くなる。

【 0 0 5 6 】

これに対して、スライダ 7 3 は、保護膜 2 1 に比較して、著しく大きな体積を有しており、熱容量も、保護膜 2 1 のそれよりも著しく大きいから、コイル膜 3 7 とスライダ 7 3 との間には、放熱特性に関して、大きな（急な）温度勾配を生じる。

【 0 0 5 7 】

本発明では、この点に着目し、コイル膜 3 7 からスライダ 7 3 へ至る熱伝導路内に、伝熱膜 3 8 1 を含ませる。これにより、コイル膜 3 7 とスライダ 7 3 との間に生じる大きな（急な）温度勾配を利用して、書き込み電流によってコイル膜 3 7 に生じた熱を、スライダ 7 3 に効率よく伝達し、放熱を促進することができる。

【 0 0 5 8 】

伝熱膜 3 8 1 は金属膜で構成する。金属膜でなる伝熱膜 3 8 1 は、誘導型電磁電磁変換素子 3 3 の周りに通常存在する有機系または無機系絶縁膜構造との構造的差別を明確にする外、それ自体の有する高い熱伝導性により、コイル膜 3 7 に発生した熱を、効率よく、スライダ 7 3 の方向に伝達する。

【 0 0 5 9 】

上述のように、本発明によれば、書き込み電流によってコイル膜 3 7 に発生する熱を、伝熱膜 3 8 1 を介して、スライダ 7 3 に効率よく伝達し、スライダ 7 3 から外部に放熱できるので、コイル膜 3 7 の周りに存在する各部、例えば、絶縁膜、第 1 の磁性膜及び第 2 の磁性膜の熱膨張を抑制し、浮上量が、4 0 n m、3 0 n m、2 0 n m のように狭小化された場合でも、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避することができる。

【 0 0 6 0 】

図 5 は伝熱膜 3 8 1 の具体的態様を示す図である。この実施例では、伝熱膜 3

81はコイル膜37に連続し、コイル膜37のターン外側に膨出させてある。この場合には、コイル膜37に発生した熱が、ほぼ同一面において伝熱膜381に直接に伝達される。コイル膜37は、要求特性を満たすために、その線幅、ピッチ間隔、ターン数等が厳しく制限されるが、伝熱膜381にはそのような制限はない。物理的に許容される範囲で、面積を拡大し、大きな熱容量を持たせることができる。このため、コイル膜37に発生した熱を、伝熱膜381によって効率よく吸収し、更に、伝熱膜381とスライダ73との間の温度勾配を利用して、伝熱膜381からスライダ73に効率よく熱伝達することができる。

【0061】

実施例の場合、伝熱膜381は、コイル膜37に連続しているので、コイル膜37のパターン形成時に、伝熱膜381も、コイル膜37と同一の材料を用いて、同時に形成し得る利点を得られる。

【0062】

伝熱膜381のパターンは任意である。例えば、図5に示すように、コイル膜37の最外側ターンに添って比較的短く形成してもよいし、図6に示すように、コイル膜37の最外側ターンに添って長く形成してもよい。

【0063】

また、コイル膜37が複数膜である場合は、各膜に伝熱膜381を設けてもよいし、スライダ73に近い第1膜目にのみ設けてもよい。

【0064】

図7は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図、図8は図7に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR素子部分を抽出して示す平面図である。図において、図1～図6に現れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、伝熱膜382は、誘導型電磁変換素子33の第1の磁性膜5と、スライダ73との間に備えられている。この場合には、コイル膜37からスライダ73に至る温度勾配の急な熱伝導路に、熱伝導率の高い伝熱膜382が介在することになるので、コイル膜37に発生した熱がスライダ73に効率よく伝達される。

【0065】

伝熱膜 3 8 2 のパターンは任意に設定できる。図示実施例では、伝熱膜 3 8 2 は、第 1 のシールド膜 3 1 の全幅を越えて長く延ばしてある。

【 0 0 6 6 】

伝熱膜 3 8 2 は、熱伝導性に優れた金属膜であればよい。第 1 のシールド膜 3 1、第 2 のシールド膜 3 2 及び第 1 の磁性膜 5 と同材質の磁性材料によって構成することもできるし、非磁性材料によって構成することもできる。伝熱膜 3 8 2 を磁性材料によって構成した場合には、伝熱膜 3 8 2 と第 2 のシールド膜 3 2 との間に磁氣的ギャップ G 1 を設けることが好ましい。このような構造であると、伝熱膜 3 8 2 及び第 2 のシールド膜 3 2 を通る書き込み磁界の強度を低減させ、MR 素子 9 の読み取り動作の安定化に寄与できる。

【 0 0 6 7 】

図 7 及び図 8 に示した実施例では、伝熱膜 3 8 1（第 1 の伝熱膜とする）と、伝熱膜 3 8 2（第 2 の伝熱膜とする）とを含んでいる。第 1 の伝熱膜は、コイル膜 3 7 に連続し、コイル膜 3 7 のターン外側に膨出し、第 2 の伝熱膜 3 8 2 は、第 1 の磁性膜 5 とスライダ 7 3 との間に備えられる。この態様によれば、コイル膜 3 7 に発生した熱の放熱が更に促進されるから、コイル膜 3 7 の周りに存在する各部の熱膨張を、更に効果的に抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を、より一層確実に回避することができる。

【 0 0 6 8 】

図 9 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図、図 1 0 は図 9 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR 素子部分を抽出して示す平面図である。図において、図 1 ～図 8 に現れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、伝熱膜 3 8 2 を磁性材料によって構成することを前提にし、伝熱膜 3 8 2 と第 2 のシールド膜 3 2 との間に磁氣的ギャップ G 1 を設けるとともに、第 1 のシールド膜 3 1 を 2 つの分割シールド膜 3 1 1、3 1 2 に分け、分割シールド膜 3 1 1 と分割シールド膜 3 1 2 との間にギャップ G 2 を設けてある。このような構造であると、伝熱膜 3 8 2 及び第 2 のシールド膜 3 2 を通る書き込み磁界の強度のみならず、伝熱膜 3 8 2 及び第 1 のシールド膜 3 1 を通る書き込み磁界の強度をも低減させ、MR 素子 9 の読み取り

動作を、更に安定させることができる。

【 0 0 6 9 】

伝熱膜 3 8 2 のパターンも任意に選定できる。例えば、図 1 1 に示すように、伝熱膜 3 8 2 を第 1 のシールド膜 3 1 を構成する分割シールド膜 3 1 1 の幅よりも狭く形成してもよい。

【 0 0 7 0 】

図 1 2 は本発明に係る磁気ヘッド装置の一部を示す正面図、図 1 3 は図 1 2 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。磁気ヘッド装置は、薄膜磁気ヘッド 4 0 と、ヘッド支持装置 5 0 とを含んでいる。薄膜磁気ヘッド 4 0 は図 1 ～図 1 1 を参照して説明にした本発明に係る薄膜磁気ヘッドである。

【 0 0 7 1 】

ヘッド支持装置 5 0 は、金属薄板でなる支持体 5 3 の長手方向の一端にある自由端に、同じく金属薄板でなる可撓体 5 1 を取付け、この可撓体 5 1 の下面に薄膜磁気ヘッド 4 0 を取付けた構造となっている。

【 0 0 7 2 】

可撓体 5 1 は、支持体 5 3 の長手方向軸線と略平行して伸びる 2 つの外側枠部 5 5、5 6 と、支持体 5 3 から離れた端において外側枠部 5 5、5 6 を連結する横枠 5 4 と、横枠 5 4 の略中央部から外側枠部 5 5、5 6 に略平行するように延びていて先端を自由端とした舌状片 5 2 とを有する。

【 0 0 7 3 】

舌状片 5 2 のほぼ中央部には、支持体 5 3 から隆起した、例えば半球状の荷重用突起 5 7 が設けられている。この荷重用突起 5 7 により、支持体 5 3 の自由端から舌状片 5 2 へ荷重力が伝えられる。

【 0 0 7 4 】

舌状片 5 2 の下面に薄膜磁気ヘッド 4 0 を接着等の手段によって取付けてある。薄膜磁気ヘッド 4 0 は、空気流出側端側が横枠 5 4 の方向になるように、舌状片 5 2 に取付けられている。本発明に適用可能なヘッド支持装置 5 0 は、上記実施例に限らない。

【 0 0 7 5 】

図 1 4 は本発明に係る磁気記録再生装置の平面図である。図示された磁気記録再生装置は、磁気ヘッド装置 6 0 と、磁気ディスク 7 0 とを含む。磁気ヘッド装置 6 0 は図 1 2、1 3 に図示したものである。磁気ヘッド装置 6 0 は、ヘッド支持装置 5 0 の一端が位置決め装置 8 0 によって支持され、かつ、駆動される。磁気ヘッド装置の薄膜磁気ヘッド 4 0 は、ヘッド支持装置 5 0 によって支持され、磁気ディスク 7 0 の磁気記録面と対向するように配置される。

【 0 0 7 6 】

磁気ディスク 7 0 が、図示しない駆動装置により、矢印 F 1 の方向に回転駆動されると、薄膜磁気ヘッド 4 0 が、微小浮上量で、磁気ディスク 7 0 の面から浮上する。駆動方式としては、ロータリー、アクチュエータ方式が一般的であるが、リニアアクチュエータ方式を採用してもよい。図 1 4 はロータリー、アクチュエータ方式を示し、ヘッド支持装置 5 0 の先端部に取り付けられた薄膜磁気ヘッド 4 0 が、磁気ディスク 7 0 の径方向 b 1 または b 2 に駆動される。そして、ヘッド支持装置 5 0 を回転駆動する位置決め装置 8 0 により、薄膜磁気ヘッド 4 0 が、磁気ディスク 7 0 上の所定のトラック位置に位置決めされる。

【 0 0 7 7 】

以上、好ましい実施例を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

【 0 0 7 8 】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、記録時の熱膨張による A B S 側の膨出を抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避し得る薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

【図 2】

図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの拡大断面図である。

【図 3】

図 1 及び図 2 に示された薄膜磁気ヘッドから電磁変換素子の部分を抽出して示す平面図である。

【図 4】

図 3 に示された磁気変換素子部分の構造から誘導型電磁変換素子を除き導電部分だけを模式的に抽出して示す平面図である。

【図 5】

伝熱膜を有するコイル膜のパターンを具体的態様を示す図である。

【図 6】

伝熱膜を有するコイル膜のパターンの別の具体的態様を示す図である。

【図 7】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図である。

【図 8】

図 7 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR 素子部分を抽出して示す平面図である。

【図 9】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図である。

【図 1 0】

図 9 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR 素子部分を抽出して示す平面図である。

【図 1 1】

図 9 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR 素子部分の別の例を示す平面図である。

【図 1 2】

本発明に係る磁気ヘッド装置の一部を示す正面図である。

【図 1 3】

図 1 2 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。

【図 1 4】

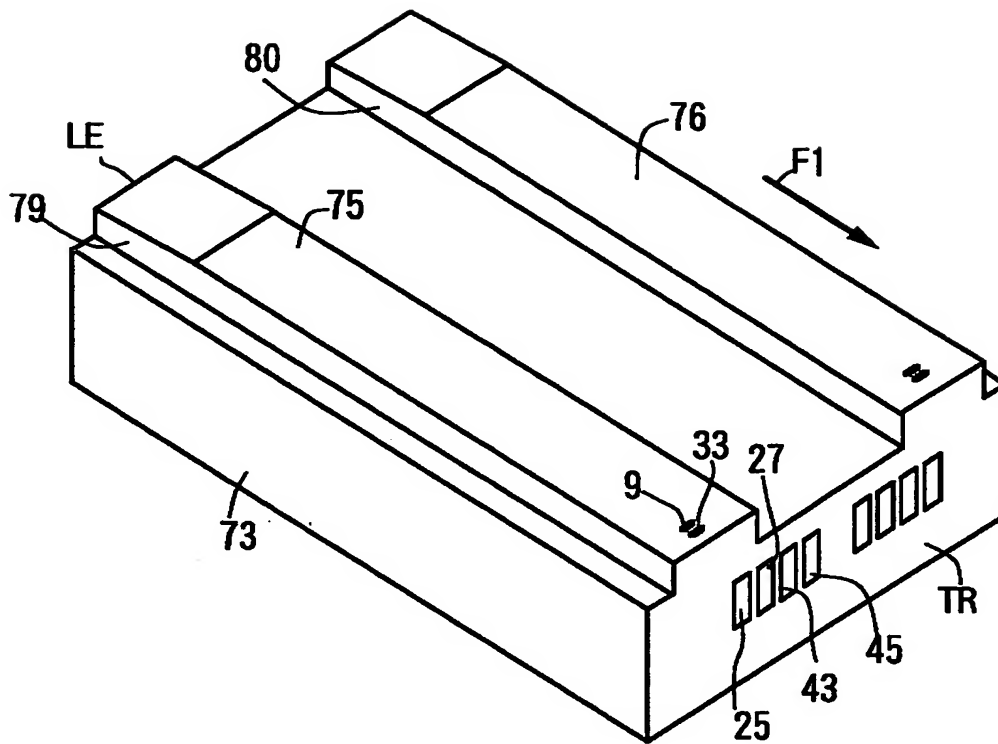
本発明に係る磁気記録再生装置の平面図である。

【符号の説明】

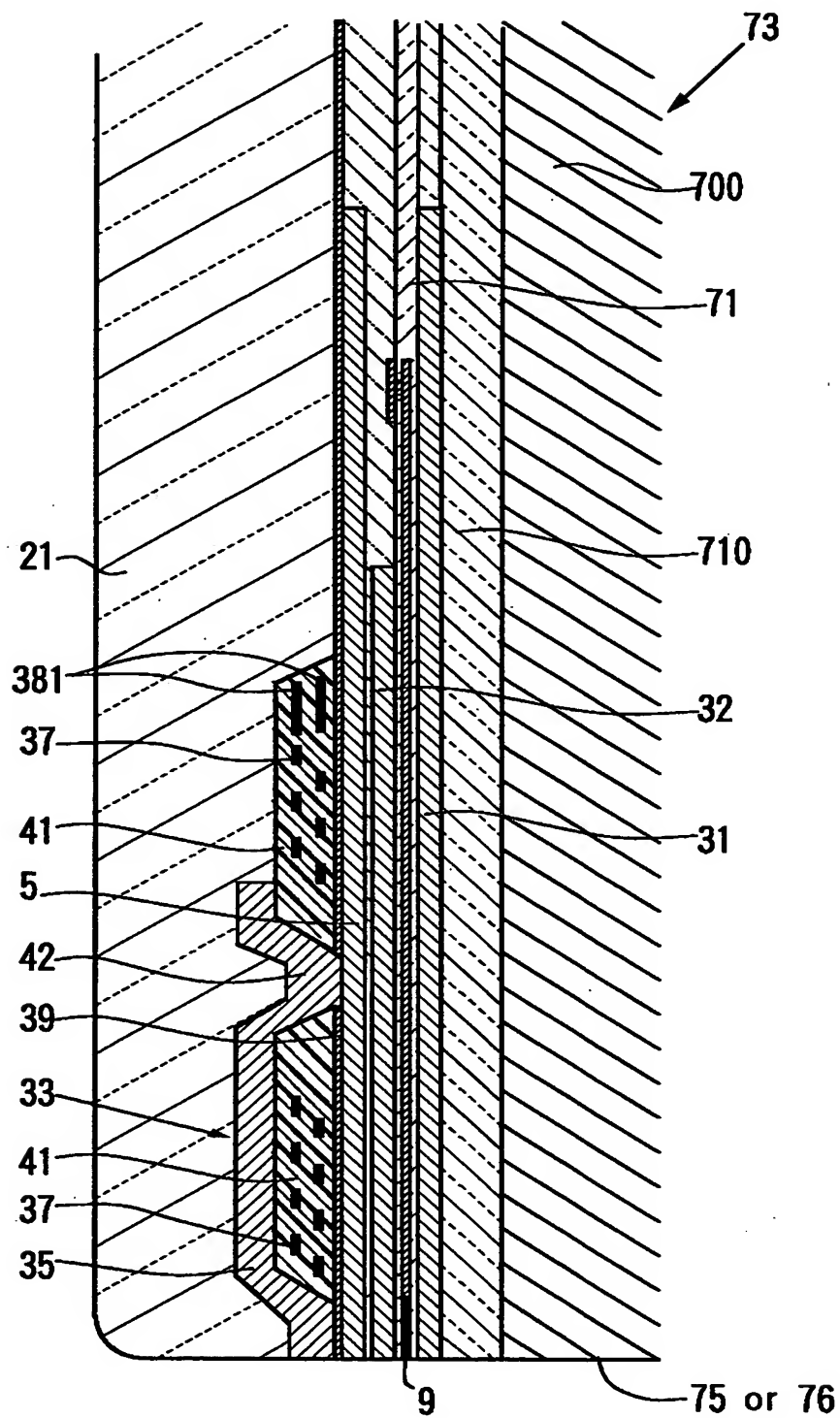
5	第 1 の磁性膜
9	MR 素子
2 1	保護膜
3 3	誘導型電磁変換素子
3 5	第 2 の磁性膜
3 7	コイル膜
3 9	ギャップ膜
4 1	絶縁膜
3 8 1、3 8 2	伝熱膜
7 3	スライダ
7 5、7 6	A B S

【書類名】 図面

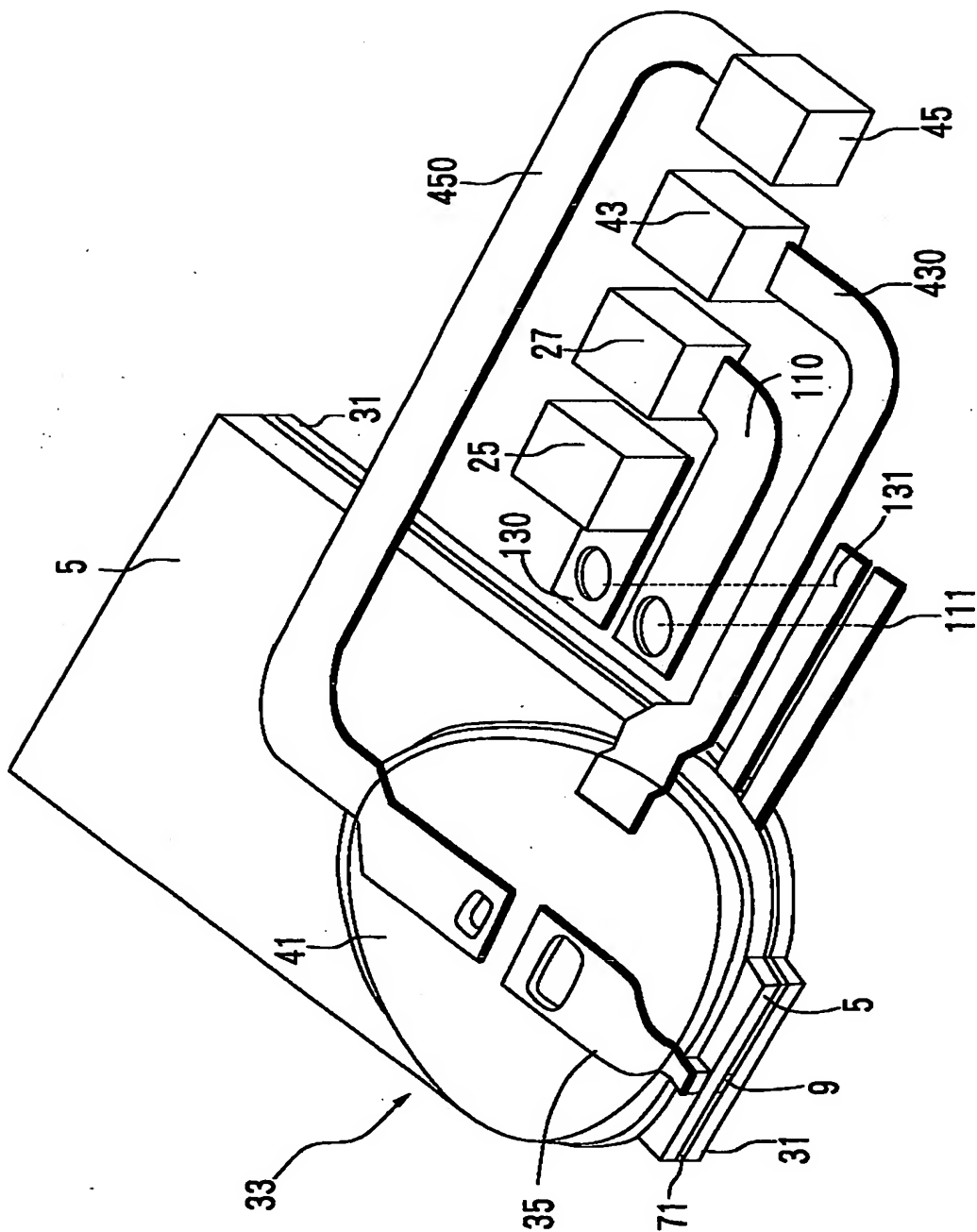
【図 1】



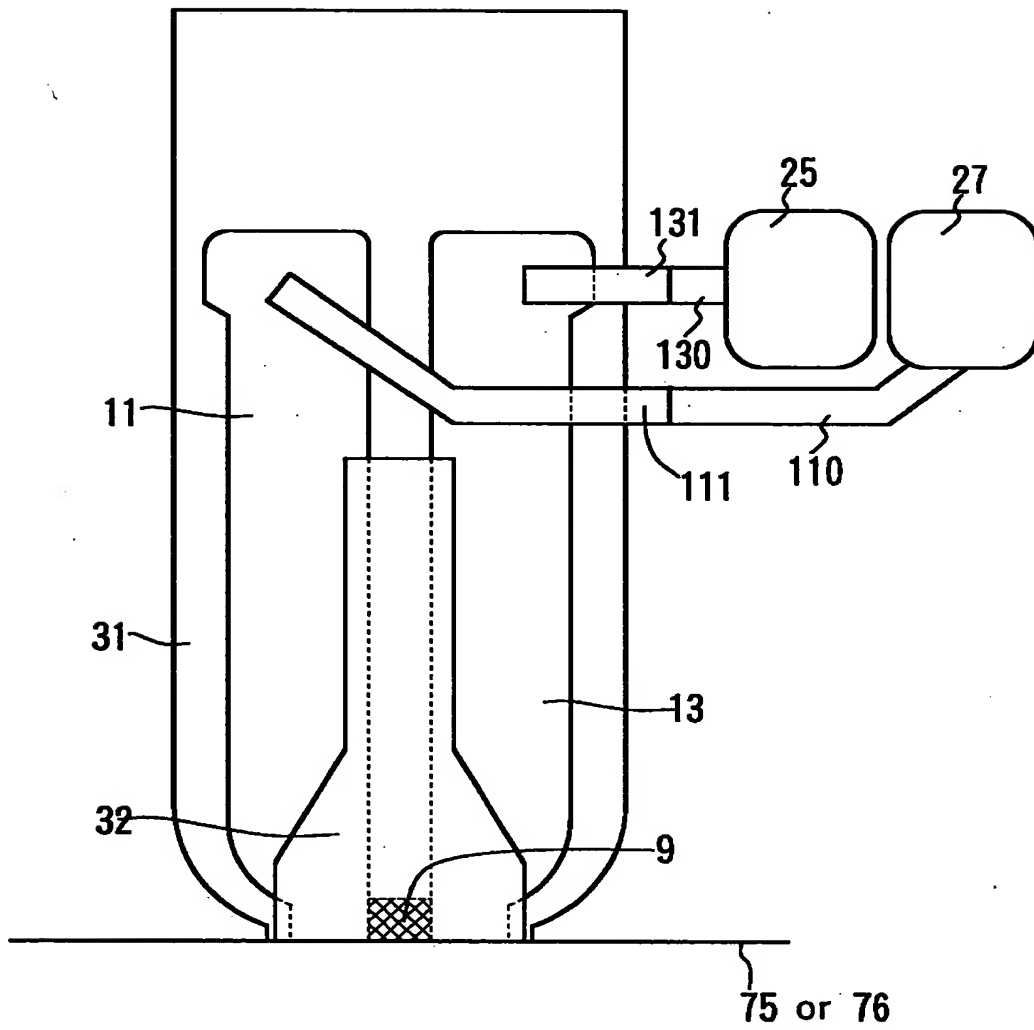
【図 2】



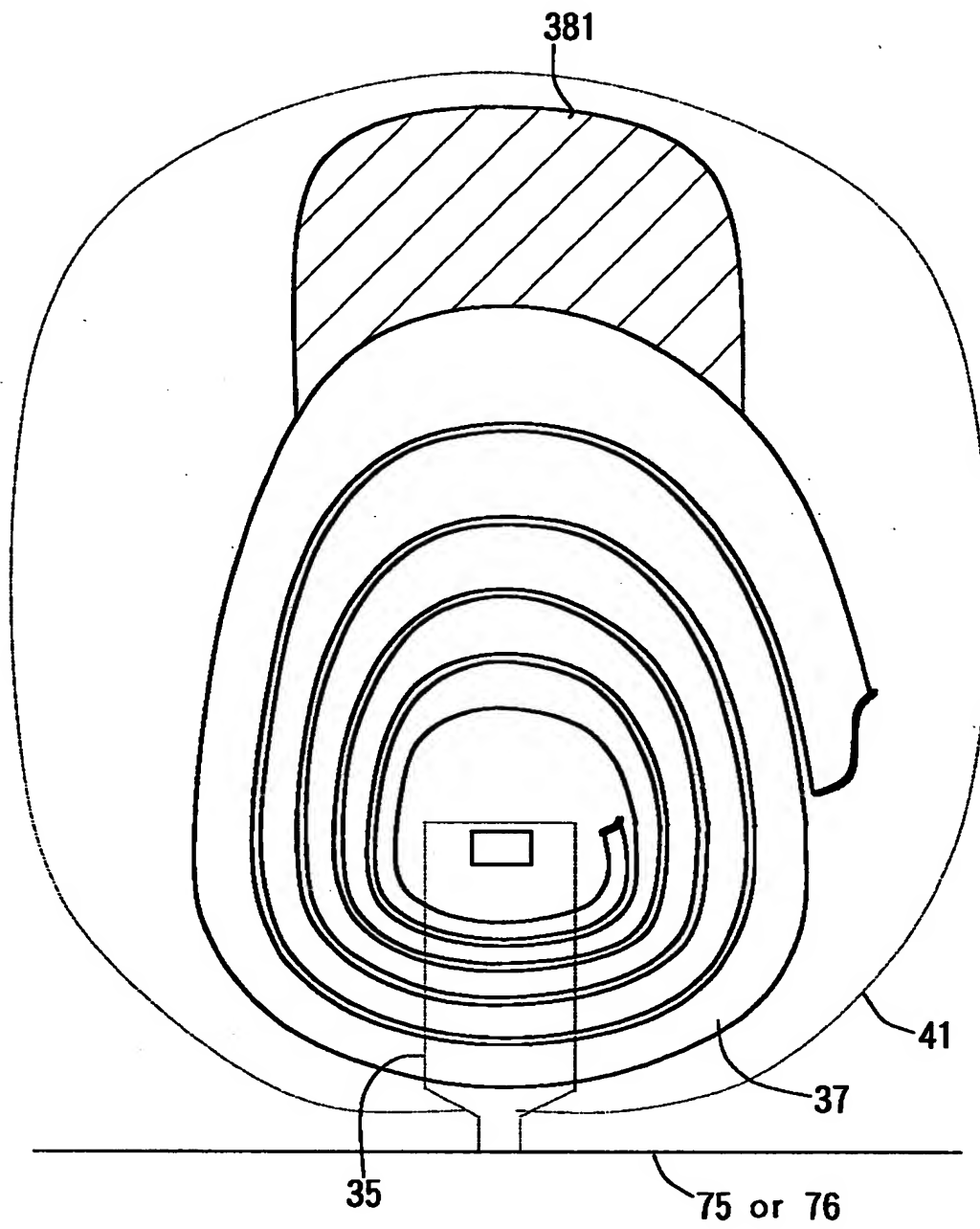
【図 3】



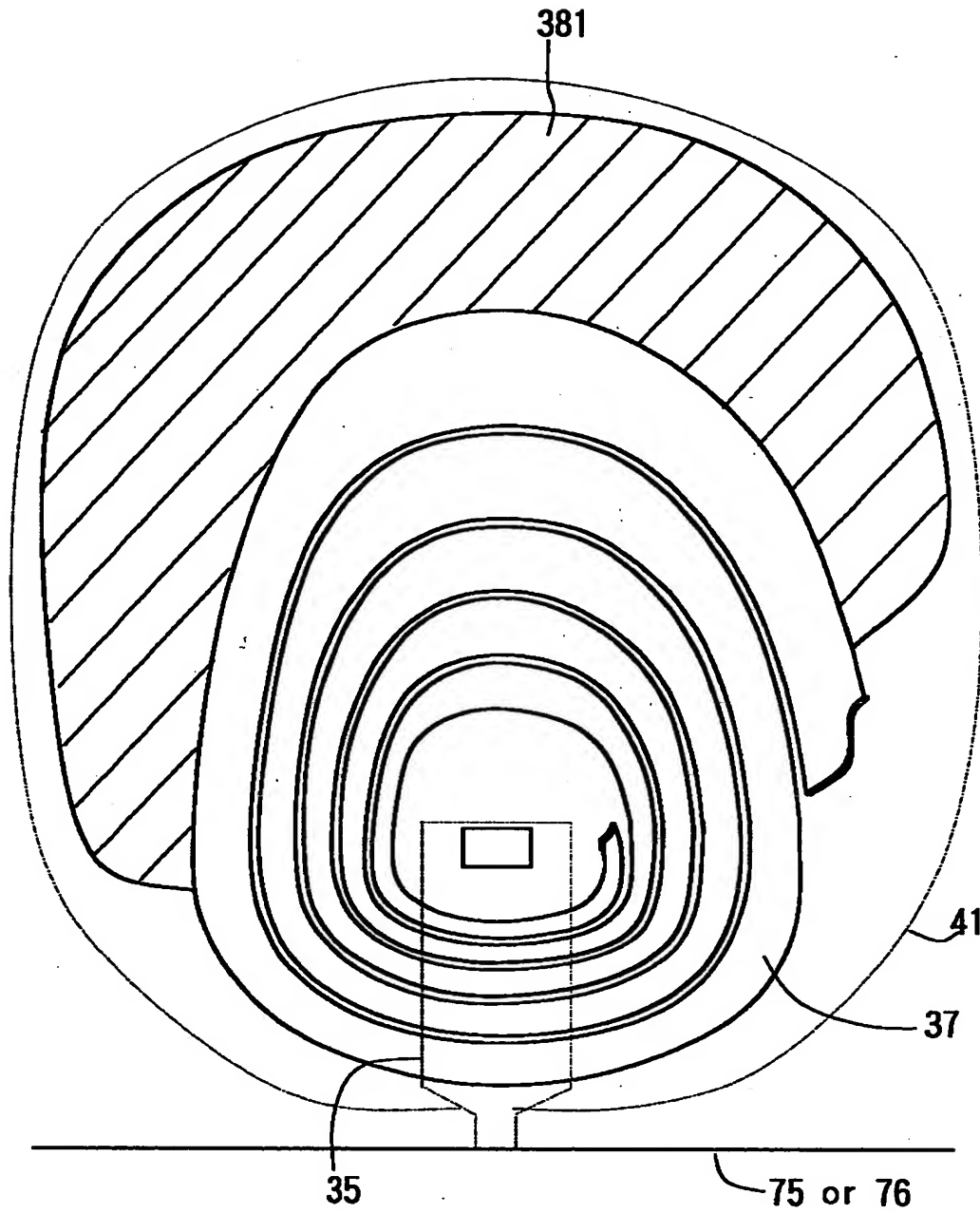
【図 4】



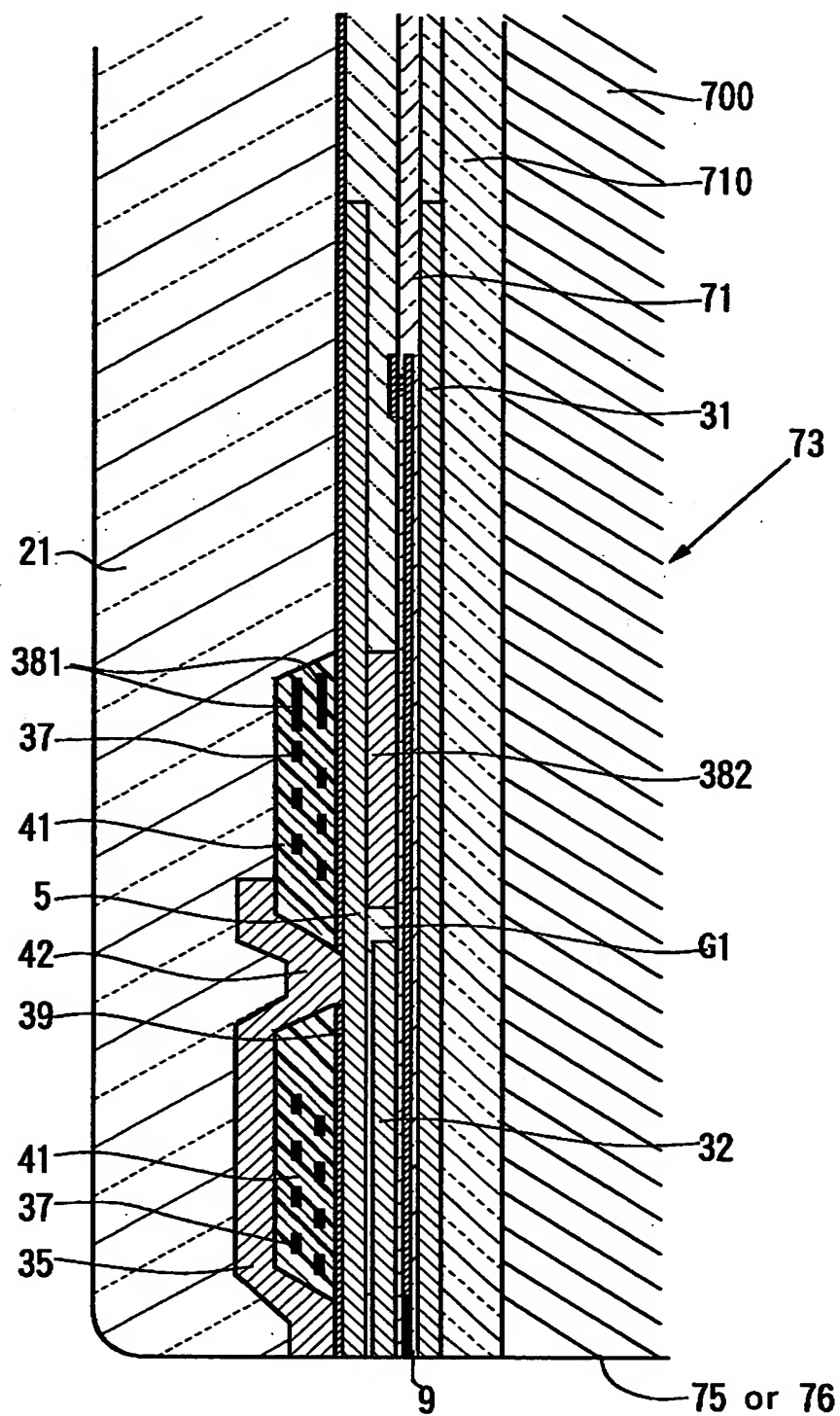
【図5】



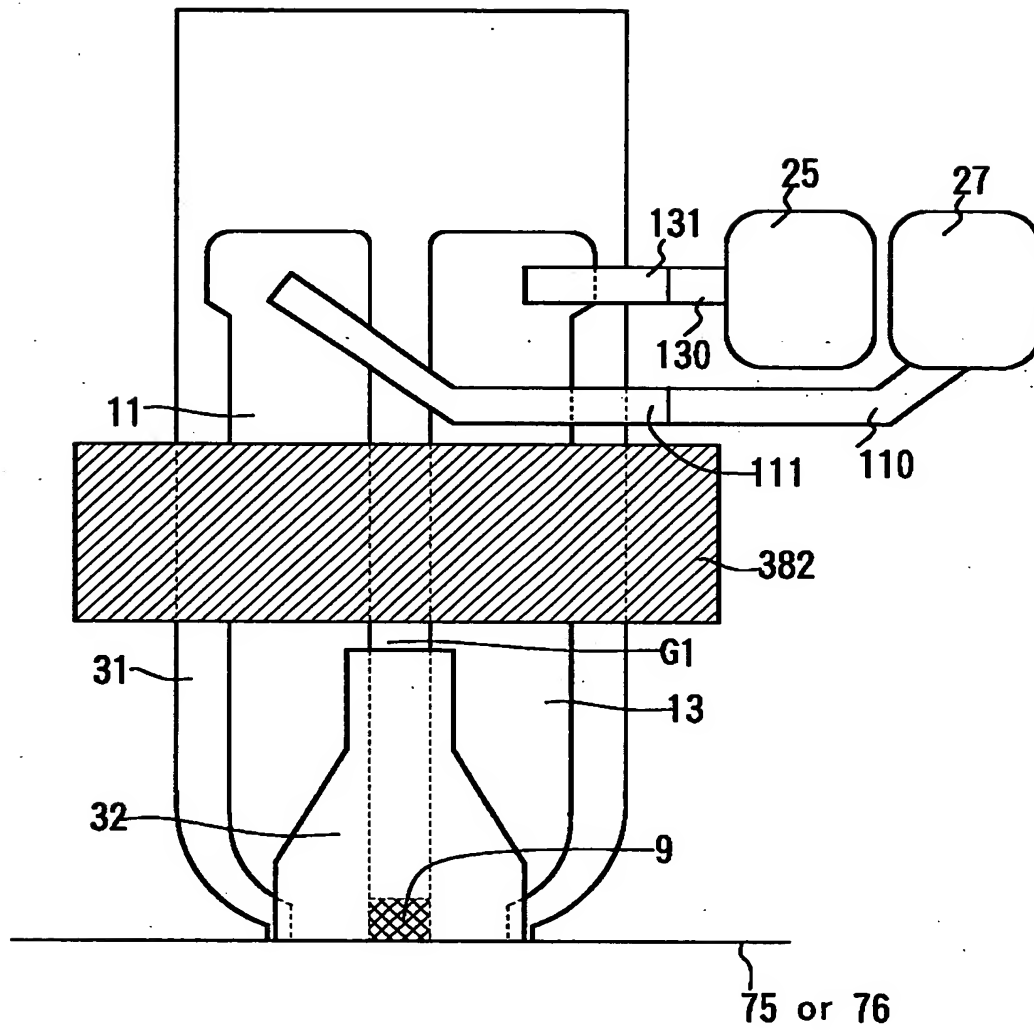
【図6】



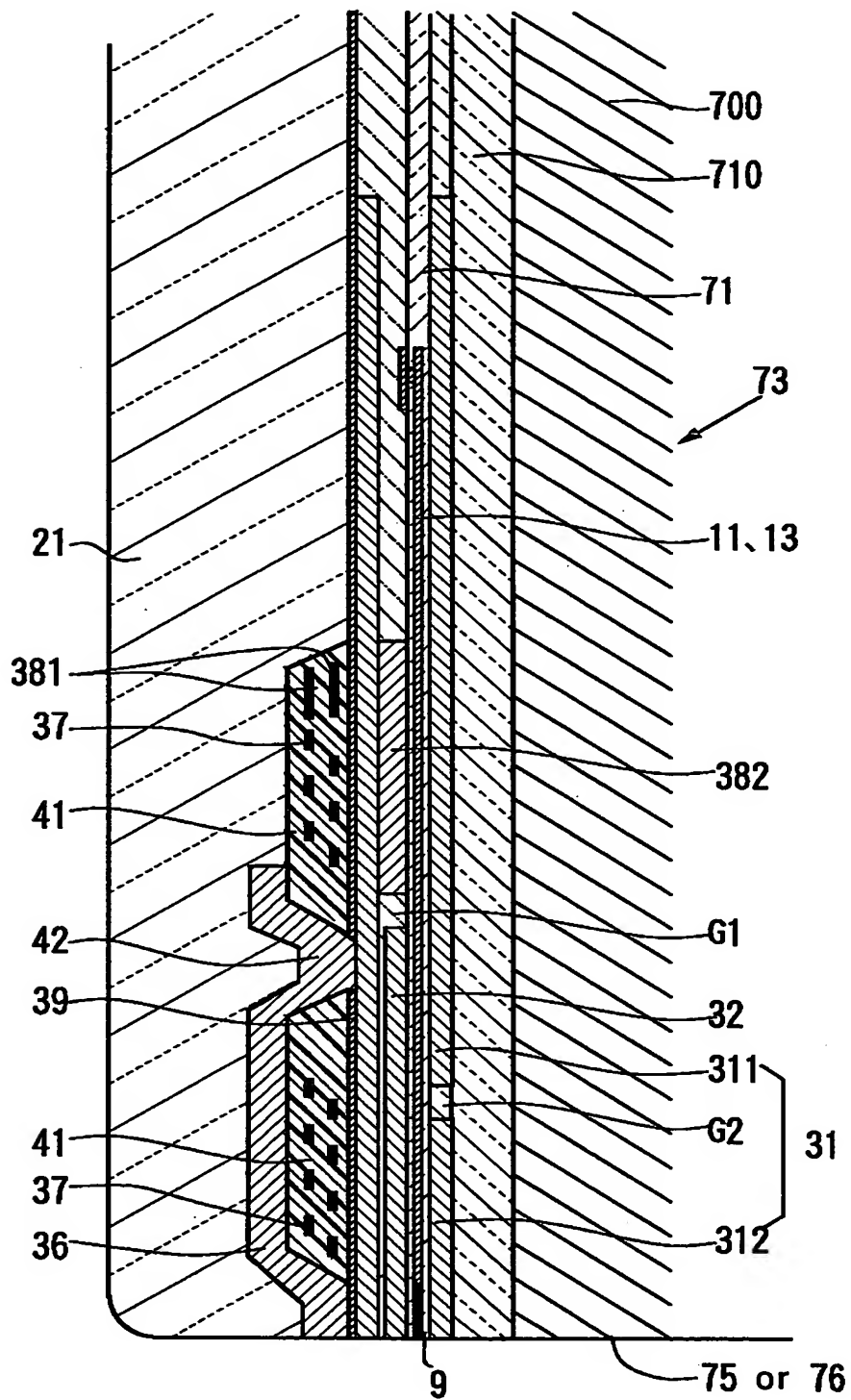
【図 7】



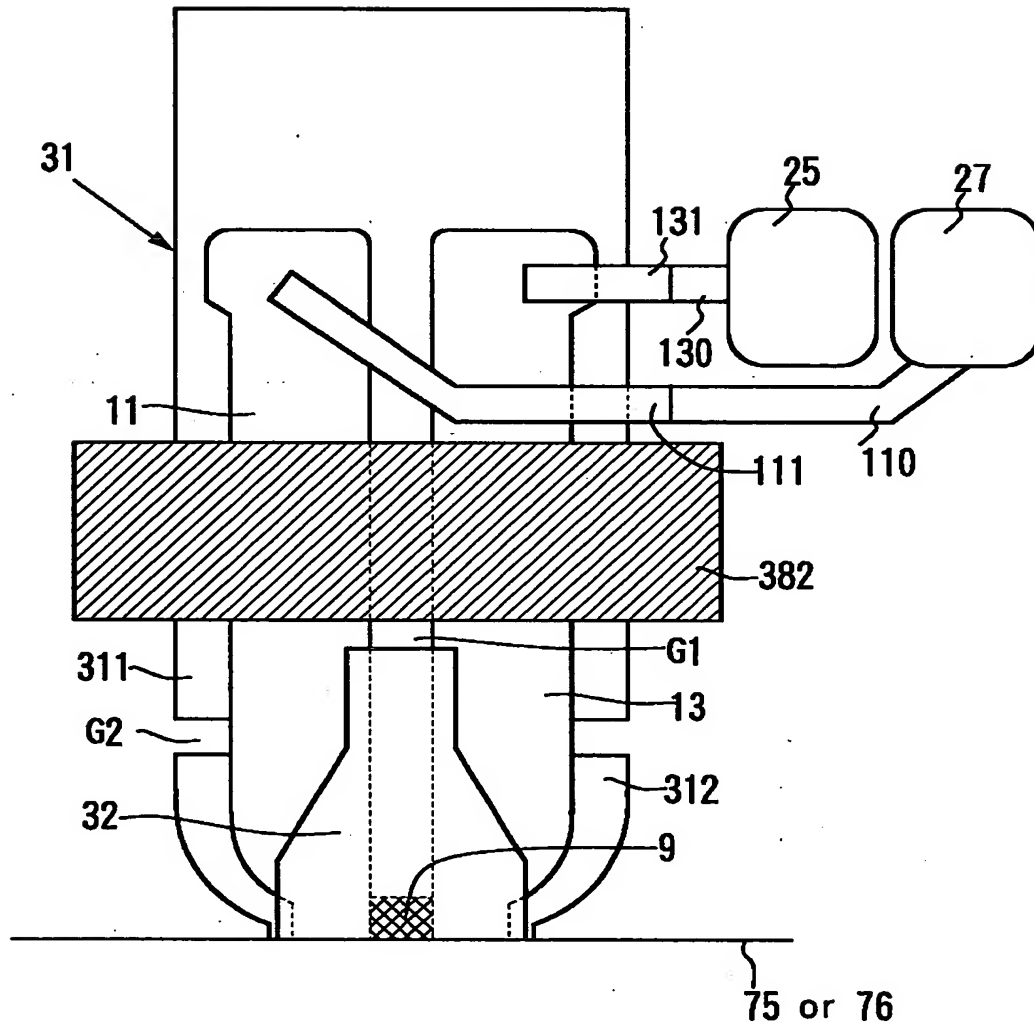
【図 8】



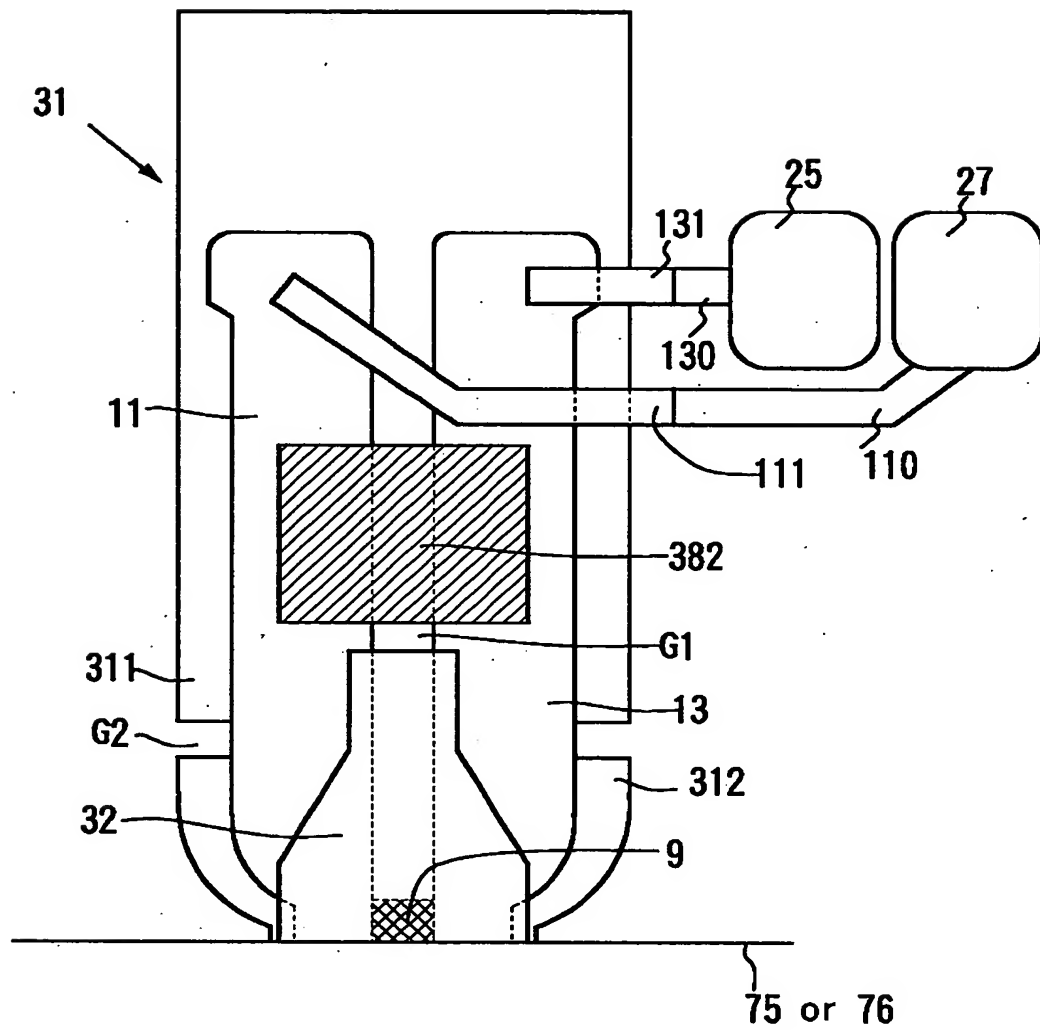
【図 9】



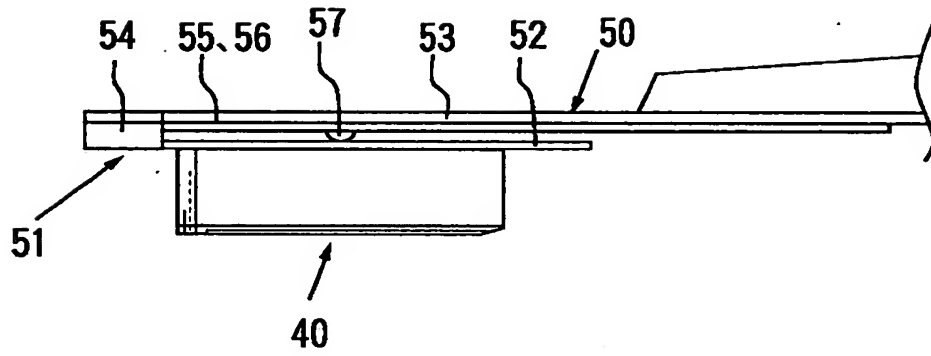
【図 10】



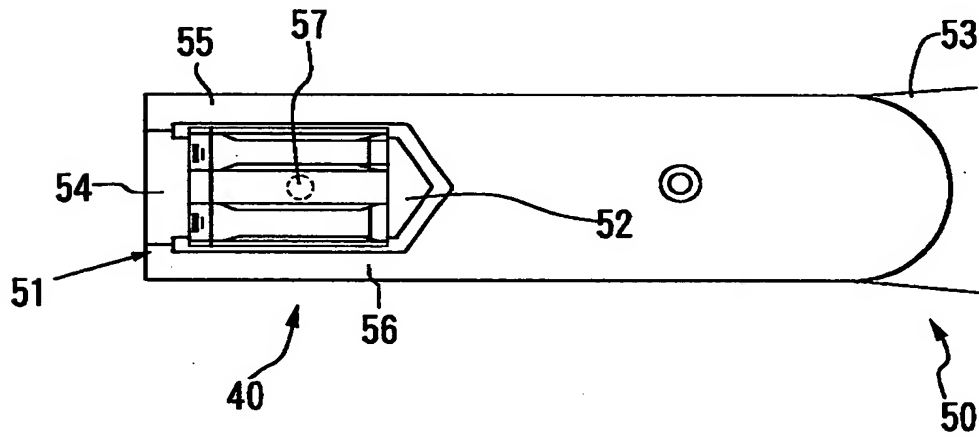
【図 1 1】



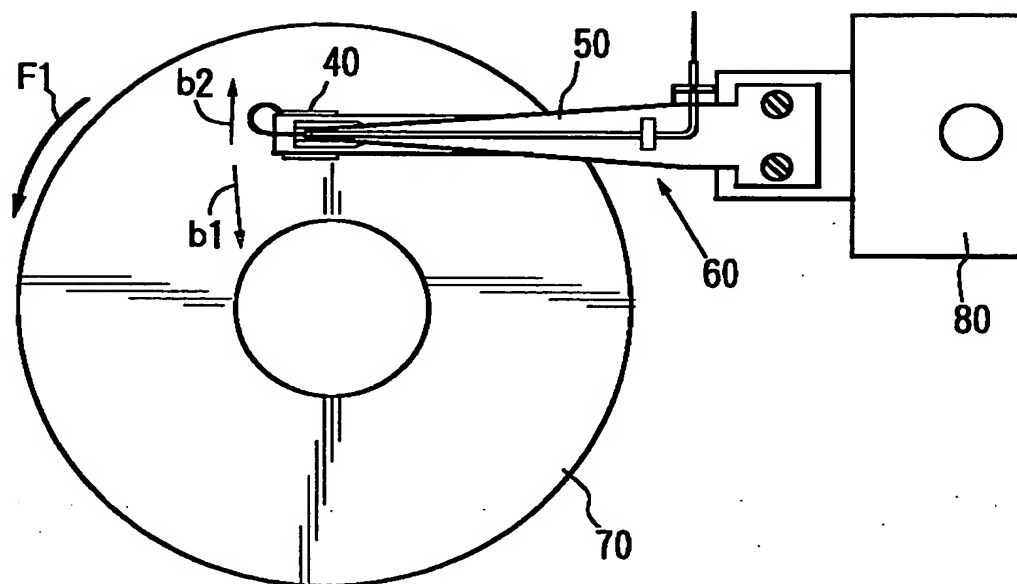
【図 1 2】



【図 1 3】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】記録時の熱膨張によるABS側の膨出を抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避し得る薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】誘導型電磁変換素子33のコイル膜37は、絶縁膜41の内部に埋設され、後方結合部42の周りを渦巻き状に回っている。伝熱膜381は、金属膜でなり、コイル膜37からスライダ73へ至る熱伝導路内に含まれる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
氏 名 ティーディーケイ株式会社